



Projeto n.44. Sistema De Abatimento De Flúor Por Ativação Térmica A Gás Natural Para Fluxo De Gases Efluentes Do Processo Produtivo De Peças. Ciclo 2007/2008

Dra. Elita Urano de Carvalho¹, Dr. Humberto Gracer Riella¹, Dra. Kátia Regina Ferrari², Dr. Paulo Miranda de Figueiredo Filho², Dr. Fábio Gomes Melchiadès³ e Hudson Barreto de Brito⁴

¹ IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

² Consultores independentes

³ CRC – Centro de Revestimentos Cerâmicos

⁴ Concessionária: COMGAS

Resumo: O projeto objetivou a construção de um protótipo de um sistema para abatimento de flúor gasoso proveniente de efluentes de fornos cerâmicos, visando comprovar em escala industrial, a eficiência de um sistema anteriormente desenvolvido e patenteado. Os fluoretos são liberados durante a queima de produtos cerâmicos juntamente com outros compostos voláteis e suas emissões atmosféricas são reguladas por legislação específica. Para a realização do trabalho foi construída e instalada na empresa Ferro Enamel do Brasil uma unidade de abatimento de fluoretos, cujo diferencial está associado à utilização de um sistema termo-ativado contendo cal peletizada, o qual catalisa a formação de fluoreto de cálcio para reduzir as emissões atmosféricas de fluoretos. Os resultados comprovaram que o sistema desenvolvido foi efetivo, em escala industrial, para reduzir em mais de 50% as emissões atmosféricas de fluoretos nas condições em que o teste foi realizado.

Palavras-chave: fluoretos; emissões atmosféricas; cal peletizada; termo-ativação; protótipo.

Introdução

Durante a queima dos materiais cerâmicos, substâncias voláteis são liberadas junto ao fluxo de gases¹. A liberação de fluoretos ocorre ao longo de um intervalo de temperaturas ao redor de 900°C. Dentre os fluoretos emitidos, há predomínio de ácido fluorídrico gasoso (HF), e em alguns casos, ocorre simultaneamente a presença de outros compostos sublimados².

A questão das emissões atmosféricas de fluoretos é abordada na Portaria nº 11 da Cetesb de 10/07/2003, indicando um padrão de emissões inferior a 5 mg/Nm³, tendo como base 18% de oxigênio². Tais exigências baseiam-se nos impactos da exposição ao flúor para os seres humanos, animais e vegetais, que pode estar associada com intoxicações diversas, tais como a fluorose e a extinção seletiva de espécies de plantas.

Neste sentido, a partir da segunda metade dos anos 2000, praticamente todos os

fornos instalados nas indústrias cerâmicas de revestimento do polo de Santa Gertrudes passaram a contar com a presença de filtros para controlar as emissões atmosféricas de fluoretos. Há evidências, entretanto, de que mesmo com os filtros em operação algumas empresas cerâmicas têm encontrado dificuldades para atender os limites de emissão de fluoretos especificados pela Cetesb. De igual maneira, a Cetesb tem observado que, apesar dos esforços realizados pela indústria cerâmica, os índices de fluoretos detectados no ar seguem apresentando níveis elevados.

A hipótese da utilização de uma câmara termo-ativada para potencializar o abatimento das emissões de fluoretos foi primeiramente testada no projeto PTA nº: 093/051 do Ciclo 2004/2005 do Programa Anual de Pesquisa e Desenvolvimento e de Conservação de Energia e Racionalização do uso do Gás Natural e os resultados culminaram com um depósito de patente no INPI, registrado em cotitularidade

entre Comgás, IPT e Key-Tec. Sendo assim, o trabalho proposto teve por objetivo a construção de um sistema para abatimento de flúor gasoso na indústria cerâmica, utilizando o processo de adsorção por termo-ativação em cal peletizada, visando comprovar em escala industrial, a eficiência do sistema anteriormente desenvolvido e patenteador.

Desenvolvimento

As atividades experimentais foram divididas em três etapas, sendo a primeira em escala de bancada, visando levantar dados preliminares para o projeto da unidade semi-industrial. Na segunda etapa, foram realizados testes com o objetivo de se determinar os valores dos parâmetros de projeto para a construção e instalação da unidade de porte industrial. A terceira etapa foi o levantamento de dados operacionais da unidade de porte industrial visando à consolidação final do processo de termo-ativação de leito de cal peletizada como processo de abatimento de fluoreto em emissões gasosas.

O sistema termo-ativado de abatimento de flúor foi projetado, construído e instalado na empresa Ferro Enamel do Brasil em Americana, SP. (Figura 1). Após a finalização e interligação do protótipo na empresa Ferro Enamel, foram programados testes para avaliar o sistema de abatimento de flúor



Figura 1. Vista do protótipo de abatimento de flúor instalado na empresa Ferro Enamel.

Os testes foram realizados sem a inserção de cal e com a inserção de cal termo-

ativada, com a temperatura da câmara oscilando entre 150°C e 350°C. As medidas foram tomadas a cada dois minutos, sendo que nos dez primeiros minutos do teste, o sistema operou sem adição de cal. Para o teste com cal termo-ativada, inseriu-se aproximadamente 50 Kg de cal peletizada em três gavetas do protótipo (Figura 2). As medidas de emissões de fluoretos foram realizadas nessas condições durante aproximadamente 40 minutos e os resultados comparados com as medidas realizadas antes da inserção de cal.

As leituras das emissões de fluoretos foram tomadas no display do equipamento em ppm (partes por milhão). Posteriormente os resultados foram convertidos para mm/Nm³ considerando a massa molecular do gás HF. O sensor utilizado para o monitoramento da concentração de fluoretos nos gases de exaustão é apresentado na Figura 3.



Figura 2. Imagem da cal peletizada utilizada.



Figura 3. Sensor utilizado para detecção da concentração de fluoretos nos gases.

Resultados

Após a construção do sistema termo-ativado de abatimento de fluoretos e da realização dos ajustes necessários, a eficácia do sistema foi avaliada. Os resultados apresentados nas Figuras 4 a 6 evidenciam o potencial do sistema para a redução das emissões atmosféricas de fluoretos.

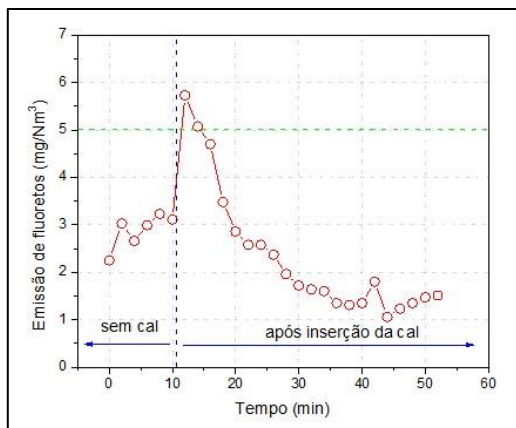


Figura 4. Monitoramento das emissões de fluoretos (em mg/Nm³) ao longo do teste.

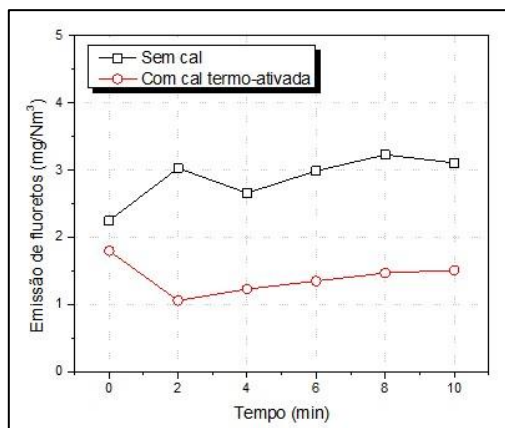


Figura 5. Comparação entre as emissões de fluoretos (em mg/Nm³) antes e após a inserção da cal termo-ativada no sistema de abatimento de flúor.

Nota-se que com a câmara termo-ativada em operação com as pelotas de cal, as emissões atmosféricas de fluoretos foram abruptamente reduzidas. Tais resultados são melhor interpretados com o auxílio da Figura 6, que indica a redução percentual da emissão de fluoretos promovida pelo protótipo de abatimento de flúor instalado na empresa. Nota-se que a presença do mesmo foi efetiva para reduzir em 51% as emissões atmosféricas de fluoretos.

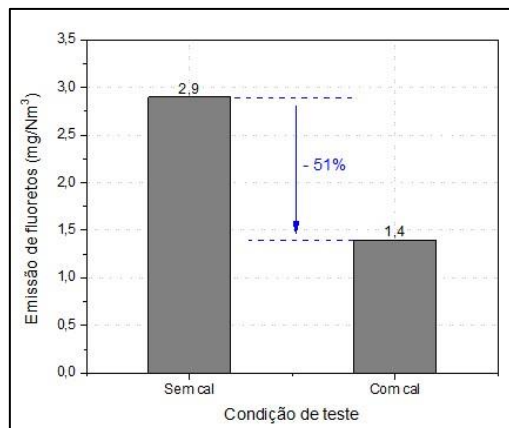


Figura 6. Redução das emissões atmosféricas de fluoretos mediante a operação da câmara termo-ativada com cal peletizada.

Conclusões e Contribuições

O projeto culminou com a instalação de um protótipo industrial de um sistema de abatimento de flúor para os gases efluentes de uma indústria cerâmica. Os resultados dos testes efetuados indicaram que o sistema proposto apresenta viabilidade técnica e comercial para reduzir as emissões atmosféricas de flúor proveniente de fornos instalados no segmento cerâmico, comprovando que o sistema desenvolvido foi efetivo, em escala industrial, para reduzir em mais de 50% as emissões atmosféricas de fluoretos nas condições em que o teste foi realizado. Tais resultados atestam a eficácia das primeiras fases do projeto, onde as condições de peletização da cal foram estudadas e o dimensionamento do equipamento foi projetado.

Deve-se ressaltar, entretanto, que o tempo disponibilizado para a conclusão do projeto quando o sistema entrou efetivamente em operação foi relativamente curto para que algumas variáveis importantes de operação fossem melhor avaliadas, tais como os efeitos da temperatura da câmara e da granulometria das pelotas de cal.

Referências

1. Mallol, G.; Monfort, E.; Busani, G.; et al. **Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica**. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica: AICE, 1998.
2. FERRARI, K.R. et al. Determinação das emissões de fluoreto durante a queima de amostras de massas cerâmicas. **Cerâmica Industrial**, n.8, v.5/6, p.7-11, 2003.